

⑫ 公開特許公報 (A) 昭60-43425

⑬ Int.Cl.
C 21 D 8/02
// C 22 C 38/04

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和60年(1985)3月8日

7047-4K
7147-4K

審査請求 未請求 発明の数 1 (全8頁)

⑮ 発明の名称 热延高強度高加工性複合組織鋼板の製造方法

⑯ 特願 昭58-147971

⑯ 出願 昭58(1983)8月15日

⑰ 発明者 大北 智良 横浜市戸塚区名瀬町767-6

⑰ 発明者 富田 邦和 横浜市旭区南希望ヶ丘133

⑰ 発明者 中岡 一秀 横浜市緑区東本郷町534-2

⑯ 出願人 日本钢管株式会社 東京都千代田区丸の内1丁目1番2号

⑯ 代理人 弁理士 白川 一一

明細書

1. 発明の名称 热延高強度高加工性複合組織
鋼板の製造方法

2. 特許請求の範囲

C : 0.30 ~ 0.55 wt %,

Si : 0.7 ~ 2.0 wt %,

Mn : 0.5 ~ 2.0 wt %

を含有し、残部が鉄および不可避的不純物からなる鋼を $A_{rs} \sim A_{rs} + 50$ °C を仕上り温度とする熱間圧延を行い、その後 450 ~ 650 °C の温度範囲で 4 ~ 20 秒保持し、次いで 350 °C 以下の温度で巻取り、体積率で 10 % 以上のフェライトと 10 % 以上のオーステナイトと、残部がペイナイト又はマルテンサイトの何れか一方又は双方からなる組織とすることを特徴とする熱延高強度高加工性複合組織鋼板の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

本発明は熱延高強度高加工性複合組織鋼板の製造方法に係り、熱延まで引張強さが

80 kgf/mm² 以上の高強度であると共に強度と延性バランスに優れ高加工性をもつた複合組織鋼板を経済的且つ的確に製造することができる方法を提供しようとするものである。

石油ショック以後における省エネルギー、省資源の社会的要請は特に産業界においてその多大なエネルギー、資源消費であることから強く要求され急務となつてゐる。例えば自動車業界においては近年車体の軽量化のため設計強度を変更しないで板厚を薄くし得る高張力鋼板の導入が試みられていて、旧来の析出硬化型高張力鋼板では延性が不充分でプレス成形性に難点を有すると共に溶接性にも問題があるので最近では上記の如き旧来の析出硬化型に代るフェライトとマルテンサイトの 2 相からなる複合組織型高張力鋼板の採用が増加しつつある。然し近時における社会的ニーズはその多様性が益々増加しつつあり、それが反映されて鉄鋼材料に対する要求も加工性を損うことなく更に高張力化が要求される

ことは当然と言える。そこで斯様な要求に対し引張強さが $80 \sim 120 \text{ kg/mm}^2$ で、加工性の高い超高強力鋼材として従来ペイナイト鋼板又はペイナイトとマルテンサイトの2相或いはペイナイトとオーステナイトの2相からなる複合組織鋼板が開発されているが、加工性などにおいて必ずしも好ましいものでなく、又その製造に関して経済的でないなどの不利を有している。

本発明は上記したような実情に鑑み検討を重ねて創案されたものであつて、マジック(以下単にマジック)で C : 0.30 ~ 0.55%、Si : 0.7 ~ 2.0%、Mn : 0.5 ~ 2.0%を含有し、残部が鉄および不可避的不純物からなる鋼を $Ar_1 \sim Ar_3 + 50^\circ\text{C}$ を仕上り温度とする熱間圧延を行い、その後 $450 \sim 650^\circ\text{C}$ の温度範囲で 4 ~ 20 秒保持し、次いで 350°C 以下の温度で巻取り、体積率で 10% 以上のフェライトと 10% 以上のオーステナイトを有ししかも残部がペイナイト又はマルテンサイト

の何れか一方又は双方からなる組織とすることを提案する。即ち本発明によるものは熱延まで圧延後の冷却を適正に制御することにより最終組織を適正にコントロールし、高強度で従来以上の高い加工性を有する複合組織鋼板を製造せしめるものであり、特殊な合金元素を必要としないから省資源、省エネルギーで且つ製造工程を簡素化し、頗る低コストである。

斯かる本発明について更に説明すると、先ず本発明において用いる鋼の化学的成分組成範囲限定理由を説明すると以下の通りである。

C は、鋼の強化に不可欠な元素であり、又組織にオーステナイトを体積分率で 10% 以上残留させるためには最低 0.3% は必要である。一方 0.55% を超えると鋼を脆化させると共に鋼板中に 10% 以上のフェライトを含ましめることができなくなり、更に溶接性を劣化させる。従つて 0.3 ~ 0.55% とした。

Si は、組織に 10% 以上のフェライトを短

時間に析出させるためには 0.7% 以上が必要であり、一方溶接性、スケール性状劣化などの観点から上限を 2.0% とすることが必要である。

Mn は、オーステナイト安定化元素として重要であり、本発明で規定した組織、即ちオーステナイトを 10% 以上残留させるためには最低 0.5% 以上が必要であり、一方 2.0% を超えて Mn を含有することはその効果が飽和するだけでなく、バンド状組織を形成し易くなるなどの却つて悪影響を与えるので 2.0% を上限とした。

本発明鋼板は化学成分組成としては上記した C、Si、Mn 以外は鉄および不可避的不純物から成る。不純物としては P、S、N その他の一般に鋼に対し不可避的に混入して来るもの及び脱酸ならびに鋼中溶素の固定に必要なアル : 0.1% 以下などが挙げられる。S は特に規定しないが、加工性、延性を重視する観点から例えば 0.005% 以下の如く低 S 化する

ことが望ましい。

次に本発明ではその複合組織鋼板としての組織を体積分率で 10% 以上のフェライトと 10% 以上のオーステナイトを有し、残部がペイナイト或いはマルテンサイト又はそれらの混合組織とするものでこのように規定する理由は以下の通りである。即ち本発明者等は組織と加工性の関係について詳細を検討した結果、ペイナイト又はマルテンサイト或いはそれらの混合組織に体積分率で 10% 以上のフェライトと、同じく 10% 以上のオーステナイトが混在する複合組織とすることが高強度で極めて優れた延性を得しめる所以であることを見出した。これはオーステナイトの加工誘起変態の効果に重疊して軟質のフェライトによる高延性が發揮され、延性はフェライトとオーステナイト、強度はペイナイト又はマルテンサイトで補い合う結果と推定される。

然して上記のような複合組織鋼板を得るための製造法としての圧延条件及びその後の冷

却条件などについての限定理由を説明すると以下の如くである。即ち本発明においては上記のような基本成分を有する鋼を A_{rs} 変態点～ $A_{rs} + 50$ ℃の温度範囲で圧延を終了することを基本的構成要件とするもので、これは前記のように規定する適正組織の要件である体積分率で 10 %以上のフェライトを析出せしめるためである。つまり添附図面第 1 図は本発明でいう化学成分組成範囲を満足する後述第 1 段の鋼 A を用い、種々の仕上げ温度で圧延を終了した後に 600 ～ 550 ℃の間に 10 秒間で冷却し、その後 100 ℃で巻取つた場合の仕上温度と引張強さ (TS)、引張強さと伸び (EL) の積 (TS × EL) の関係を示したものであり、この第 1 図から明らかのように仕上げ温度が 730 ～ 780 ℃の範囲 (鋼 A の A_{rs} 変態点は略 730 ℃であることを考へると A_{rs} 変態点以上で、 $A_{rs} + 50$ ℃以下の範囲) で優れた TS × EL が得られることが理解できる。これは仕上温度がこの範

囲であれば加工によるフェライト変態促進効果により続く保持温度への冷却過程でフェライトが 10 %以上析出し本発明でいう適正組織の要件を満足するものと考えられる。仕上温度が $A_{rs} + 50$ ℃以上と高過ぎるならば最早や加工によるフェライト促進効果が充分に發揮されず、そのためフェライトは 10 %以上析出しないことになり、逆に A_{rs} 点以下と低過ぎる場合にはフェライトは 10 %以上析出するものの圧延加工を受けたフェライトが混在することになり、何れの場合も TS-EL バランスの急激な低下を招くことになる。

ところで圧延終了後は、次いで 450 ～ 650 ℃の温度範囲で 4 ～ 20 秒間の保持を行うわけであるが、このように圧延後の保持温度および時間を見定すのは、その温度については圧延終了後の 10 %以上のフェライトを含むフェライトと未変態オーステナイト状態にある鋼を 450 ～ 650 ℃の温度範囲に保持することにより保持中にペイナイト変態が進

行し、未変態オーステナイトへの C の濃縮が進み、巻取り後の最終組織にこのオーステナイトの一部が残留オーステナイトとして 10 %以上混在することになり、優れた TS-EL バランスが得られるが、この保持温度が 650 ℃以上と高過ぎるならば保持中にペアライトが析出し、また 450 ℃未満と低過ぎるとペイナイト変態が遅滞して未変態オーステナイトへの C の濃縮が不充分となり、何れの場合も最終組織に所要のオーステナイト量が確保できず、本発明の目的とする組織の適正化が困難なこととなつて、TS-EL バランスの著しい劣化をもたらすからである。

又時間についての規定も同様に組織の適正化としての所要の残留オーステナイト量の確保が目的であつて、本発明で規定するように 4 ～ 20 秒間の保持によりペイナイト変態の進行と共に未変態オーステナイトへの C の濃縮が進み、巻取り後の最終組織にこのオーステナイトの多くが残留オーステナイトとして

10 %以上混在し、組織の適正化が図られて優れた TS-EL バランスが得られる。この保持時間が 4 秒未満と短いならばペイナイト変態が進行しないため未変態オーステナイトへの C の濃縮がなされず、又この保持時間が 20 秒以上と長過ぎるならば未変態オーステナイトが保持中に殆んどペイナイト変態し、何れの場合も最終組織に 10 %以上のオーステナイトを残留させることができないこととなつて、TS-EL バランスが悪くなつてしまつ。更に 20 秒を超える保持は徒らに熱延ラインのランナウト冷却長さを大とすることが必要で設備的に不適当である。

なお A_{rs} ～ $A_{rs} + 50$ ℃の圧延仕上げ温度から 450 ～ 650 ℃の温度域における保持までの間の冷却については、この間の冷却が余りに早いと適正量のフェライトが析出しなくなり、逆に余りに遅すぎるとペアライトの析出を抑制することができなくなる。従つてこの間の冷却速度は 50 ～ 80 ℃/sec とす

ることが好ましい。又上述したフェライトあるいはペイナイト変態の進行は成分と温度および時間に支配され、成分、保持温度により多少最適時間が変動するのは言うまでもない。

最後に保持後、350°C以下で巻取るが、これは350°C以上の巻取り温度では巻取り後の徐冷中に更にペイナイト変態が進行し、所要の残留オーステナイト量が得られず、組織の適正化が困難なためである。また保持後の巻取温度への冷却速度については特に規定しないが冷却中に未変態オーステナイトのペイナイト変態が更に進行するのを防ぐ意味からも、又ライン長さを短縮する点からしても30°C/sec以上の急冷が望ましい。

本発明によるものの具体的な実施例について説明すると以下の通りである。

実施例 1.

次の第1表に示すような化学成分を有する8種の鋼を複製した。鋼A、B、E、Gが本発明の規定成分を満足する鋼であり、又鋼C、D、F、Hは比較鋼である。

第1表

鋼	化学成分(%)						TN
	C	Si	Mn	P	S	Se, Al	
A	0.50	1.20	0.81	0.015	0.007	0.035	0.0040
B	0.38	1.21	0.80	0.015	0.007	0.034	0.0040
C	0.27	1.18	1.02	0.016	0.007	0.035	0.0041
D	0.69	1.24	0.61	0.014	0.006	0.037	0.0039
E	0.52	1.11	1.49	0.017	0.008	0.035	0.0042
F	0.51	0.21	0.81	0.015	0.008	0.037	0.0039
G	0.41	1.37	1.22	0.017	0.007	0.033	0.0040
H	0.44	1.29	0.33	0.016	0.006	0.034	0.0071

第2表

鋼	引張試験値					
	フェライト体積分率(%)	オーステナイト体積分率(%)	YS (kgf/mm ²)	TS (kgf/mm ²)	E4 (kgf/mm ²)	TS/E4
A	1.6	1.5	47.7	91.1	25.4	2914
B	2.1	1.3	45.6	83.3	28.1	2341
C	2.8	6	44.4	78.7	19.9	1566
D	7	1.2	86.3	132.9	11.9	1582
E	1.3	1.9	56.9	106.4	22.4	2383
F	3	2	50.1	88.1	16.5	1454
G	2.4	2.1	49.2	94.0	25.7	2416
H	1.7	4	69.5	111.1	13.5	1500

上記したような各鋼は1250°Cに加熱後3mm厚まで圧延し、その際に種々の熱サイクルを探らせた。得られた鋼の機械的性質を調べるために引張試験を行つた。即ち試験片の形状はすべてゲージ長さ5.0mmのJIS 5号引張試験片であり、又組織の適否を判定するために組織観察ならびにフェライトおよびオーステナイトの体積分率測定も行つた。第2表に前記第1表の鋼A～Hを用い第2図のようく1250°Cに加熱後各鋼種についてAr₃+30°Cで圧延を終了し、次いで550°Cから500°Cまで10秒間の保持を行い80°C/secの冷却速度で100°Cまで急冷し該温度で巻取る熱履歴を与えたときのそれらの結果を示す。

即ち本発明法を本発明でいう成分鋼である鋼 A、B、E、G に適用した場合は例れも組織に体積分率で 10% 以上のフェライトと、10% 以上のオーステナイトを含み、TS で 80 kgf/mm² 以上と高強度であつてしかも TS × E% が 2300 以上であつて優れた TS-E% バランスを有している。これに対し比較鋼である鋼である鋼 C、D、F、H は圧延条件およびその後の熱履歴が同一であるにも拘わらず、成分的に本発明規定範囲より外れているため組織の適正化がなされず、高強度ながらも TS × E% が 1500 前後と著しく劣つている。即ち鋼 C は C が少な過ぎるためオーステナイトの安定度が不充分で最終組織中のオーステナイト量が 6% と少く、一方鋼 D では逆に C が多過ぎるためにフェライトの生成が充分になされず、オーステナイト量は 10% 以上であるとしてもフェライト量が 7% と不足し、組織の適正化がなされていない。鋼 F は Si 量不足によりフェライトの生成が殆

んどなく、それに伴い未変態オーステナイトへの C の濃縮もなく、冷却後のオーステナイト量が 2% と少く、又 C が少な過ぎる鋼 H はオーステナイトの安定性が充分でないため未変態オーステナイトのペイナイトへの変態が急速に進行するためオーステナイト量が 4% と少くなつており、何れの場合も体積分率で 10% 以上のフェライトと 10% 以上のオーステナイトを共に含む適正な複合組織を有せず、TS-E% バランスの大幅な劣化を来している。

実施例 2.

前記した第 1 表の鋼 A を用いて第 3 図に示すような熱履歴を賦与した。即ち 1250°C に加熱後、種々の仕上温度 (FT) で圧延を終了し、その後 T₁ °C から T₂ °C まで 1 秒間の保持を行い、80 °C/mm の冷却速度で巻取温度 (CT) まで急冷し、この CTC で巻取つた。このときの熱処理条件と組織中のフェライトとオーステナイトの体積分率および引張試験値は次の第 3 表に示す通りである。

第 3 表

Steel	区分	仕上温度 FT (°C)	保持条件			巻取温度 CT (°C)	組織		引張試験値			
			T ₁ (°C)	T ₂ (°C)	t (s)		フェライト 体積分率 (%)	オーステナイト 体積分率 (%)	YS (kgf/mm ²)	TS (kgf/mm ²)	E% (%)	TS × E%
A-1	本発明法	760 (Ar ₃ + 30)	580	500	15	100	1.6	1.7	47.1	90.3	25.8	2330
A-2	比較法	820 (Ar ₃ + 100)	580	500	15	100	4	5	49.7	107.6	14.4	1549
A-3	本発明法	750 (Ar ₃ + 20)	550	500	10	150	1.8	1.6	43.2	89.7	26.1	2341
A-4	比較法	750 (Ar ₃ + 20)	430	380	10	150	1.7	3	53.5	97.2	15.7	1526
A-5	比較法	750 (Ar ₃ + 20)	550	540	2	150	1.8	2	53.1	98.4	15.2	1496
A-6	本発明法	740 (Ar ₃ + 10)	630	590	8	200	2.1	1.5	41.7	86.9	27.6	2398
A-7	比較法	740 (Ar ₃ + 10)	630	590	8	550	2.0	2	59.8	97.3	14.5	1411

即ち本発明法である A-1、A-3、A-6 は何れも TS で 80 kgf/mm^2 以上と高強度であり、かつ、 TS × E がすべて 2300 以上と優れた TS-E バランスを有している。一方、比較法である A-2 は、仕上温度が $A_{rs} + 100^\circ\text{C}$ と高過ぎるため、フェライトの析出がほとんどなく、従つて未変態オーステナイトへの C の濃縮も不十分で、最終組織中のオーステナイト量も 5% しかない。保持温度の高過ぎる A-4 は、保持中にベイナイト変態がほとんど進行せず、未変態オーステナイトへの C の濃縮が不十分で、続く巻き取り温度への急冷でほぼマルテンサイト化してしまい、所要の最適組織になつてない。A-5 は、保持温度は本発明法の範囲であるが、時間が 2 秒と短く、やはり、残留オーステナイト量が 2% しかなく、A-7 は巻取温度が 550°C と高過ぎるために、巻き取り後の徐冷過程で未変態オーステナイトが殆んどベイナイト変態してしまい最終組織がフェライト

ベイナイトになつてしまつている。

このように、比較法はいづれも本発明でいう組織の適正化が達成されず、従つて、高強度ながらも、 TS × E は 1500 前後と低く、 TS-E バランスの劣化をきたしている。

以上説明したような本発明方法によれば延性ないし加工性に甚だ優れた高強度複合組織鋼板を特別な合金元素などを必要とせず、單に熱間圧延後の冷却の制御による組織の適正化だけで適切に製造せしめ、省資源、省エネルギー、省力化の如きの何れからしても頗る有利で、従つて又低コスト化を充分に得しめるなどの多くのメリットを有しており、工業的にその効果の大きい発明である。

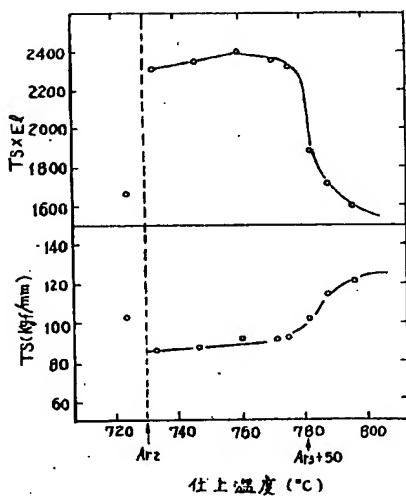
4. 図面の簡単な説明

図面は本発明の技術的内容を示すものであつて、第 1 図は仕上温度と TS および TS × E の関係を示した図表、第 2 図は本発明における実施例 1 の熱サイクルを示した図表、

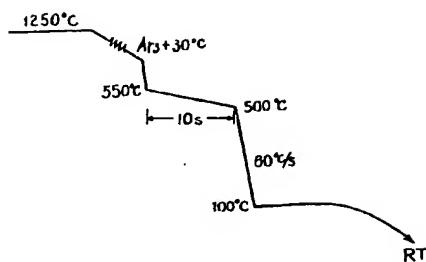
第 3 図は同じく本発明の実施例 3 についての熱サイクルを示した図表である。

特許出願人 日本钢管株式会社
 発明者 大北智良
 同 喜田邦和
 同 中岡一秀
 代理人弁理士 白川一

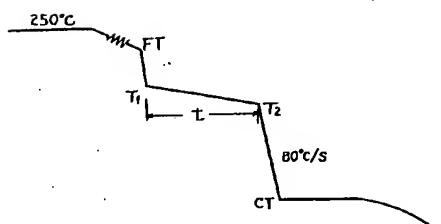
第 1 図



第 2 図



第 3 図



特開昭60-43425(7)

手 続 補 正 書 (自 発)

特許庁長官若 杉 和 夫 殿 昭和 58.10.20 日

1. 事件の表示

昭和 58 年特 許 番 号 147971 号

2. 発 明 の 名 称

熱延高強度高加工性複合組織鋼板の製造方法

3. 補正をする者

事件との関係特 許 出願人

名 称(氏名) 日 本 鋼 管 株 式 会 社

4. 代 理 人

住 所 〒105 東京都港区虎ノ門1丁目18番1号
第10森ビル8階 電話(503) 3948 (代)

白 川 特 許 事 務

氏 名 (5897) 白 川 一



5. の日付

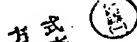
昭 和 年 月 日 発送

6. 補正の対象

明細書及び図面

7. 補正の内容

別紙の通り



補 正 の 内 容

1. 本願明細書中第1頁「2.特許請求の範囲」の項の記載を以下の如く訂正する。

「 C : 0.30 ~ 0.65 wt %,
Si: 0.7 ~ 2.0 wt %,
Mn: 0.5 ~ 2.0 wt %

を含有し、残部が鉄および不可避的不純物からなる鋼を $Ar_s \sim Ar_s + 50^{\circ}\text{C}$ を仕上り温度とする熱間圧延を行い、その後 $450^{\circ}\text{C} \sim 650^{\circ}\text{C}$ の温度範囲で $4 \sim 20$ 秒保持し、次いで 350°C 以下の温度で巻取り、体積分率で 10% 以上のフェライトと 10% 以上のオーステナイトと、残部がベイナイト又はマルテンサイトの何れか一方又は双方からなる組織とすることを特徴とする熱延高強度高加工性複合組織鋼板の製造方法。」

2. 同 3 頁 1 2 行 目 中 に 「 C : 0.30 ~ 0.55 wt % 」 と ある の を 「 C : 0.30 ~ 0.65 wt % 」 と 訂 正 す る。

3. 同 4 頁 1 6 行 目 中 に 「 0.55 % 」 と ある の を 「 0.65 % 」 と 訂 正 す る。

4. 同 4 頁 1 6 行 目 中 に 「 0.3 ~ 0.55 % 」 と ある の を 「 0.3 ~ 0.65 % 」 と 訂 正 す る。

5. 同 4 頁 1 9 行 目 中 に 「 0.3 ~ 0.55 % 」 と ある の を 「 0.3 ~ 0.65 % 」 と 訂 正 す る。

6. 同 8 頁 6 行 目 中 に 「 フエライト促進効果 」 と あ る の を 「 フエライト変態促進効果 」 と 訂 正 す る。

7. 同 1 2 頁 「 第 1 表 」 中 の 「 鋼 」 の 「 化学成分 TN 」 項に 「 0.0071 」 と あ る の を 「 0.0041 」 と 訂 正 す る。

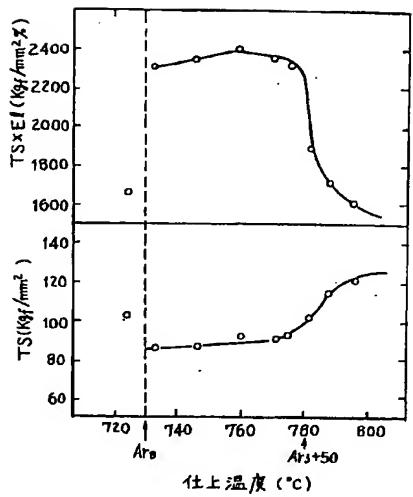
8. 同 1 4 頁 「 第 2 表 」 の 「 引張試験値 」 の 最右行 上段に 「 T S × E ε 」 と あ る 下 に 「 (kgf/mm² %) 」 と 加 入 す る。

9. 同 1 7 頁 「 第 3 表 」 の 「 引張試験値 」 の 最右行 上段に 「 T S × E ε 」 と あ る 下 に 「 (kgf/mm² %) 」 と 加 入 す る。

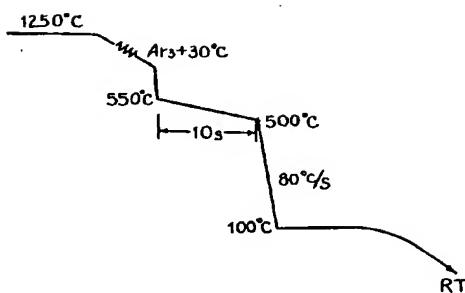
図面中訂正書

1. 本願出願頃初図面中「第1図」「第2図」及び
「第3図」を別紙の如く訂正する。

第 1 図



第 2 図



第 3 図

